

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ СКАЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

В теории управления электроприводами значительное развитие получили экстремальные системы управления. Как правило, синтез законов управления таких систем производится с ориентацией на выбранный критерий качества [1,2]. Традиционно, расчёт выполняется при неизменных параметрах электрической машины. Как известно, в условиях реальной эксплуатации параметры электрической машины могут существенно меняться. В данной статье производится анализ изменения критерия качества экстремальных систем управления при изменении параметров электрической машины. В качестве примера рассматривается электропривод шахтного самоходного вагона с модернизированной скалярной системой управления [3].

Рассматриваемый шахтный самоходный вагон может работать в условиях пониженной или повышенной температуры окружающей среды, что приводит к значительным изменениям активных сопротивлений. Опыт показывает, что изменение параметров индуктивности менее значителен и большого практического интереса не представляет.

Обобщенная структура модернизированной системы скалярного управления представлена на рис. 1.

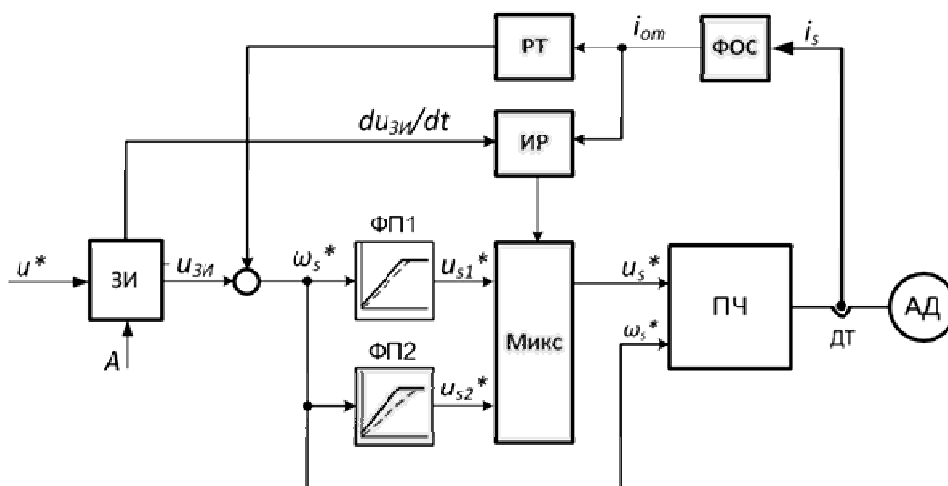


Рис. 1. Структура модернизированной системы скалярного управления

Модель содержит следующие блоки: ФП1, ФП2 – функциональные преобразователи напряжения, формирующие закон управления; ЗИ – задатчик интенсивности; РТ – регулятор тока отсечки; ФОС – формирователь обратной связи; ИР – идентификатор режима; Микс – устройство выбора закона управления (микширующее); ПЧ – преобразователь частоты; АД – асинхронный двигатель.

Законы управления, заложенные в блоки ФП1,2, рассчитаны при условии обеспечения экстремума некоторого показателя качества при номинальном (статический закон) и максимальном (динамический закон) моменте двигателя соответственно. Критерием качества принят предложенный в [3] электромеханический критерий

$$\frac{lm}{i_s} = \frac{m}{i_s}.$$

Такой подход при выборе критерия целесообразен при ограничении ресурсов электропривода по току.

Рассмотрим процессы при работе системы по динамическому закону при условии токоограничения. Система токоограничения удерживает ток на уровне $2I_N$ и обеспечивает практическое постоянство электромеханического критерия за счёт работы контура тока даже при условии увеличении активных сопротивлений на 40%. Однако, при уменьшении сопротивлений статора и ротора в режиме токоограничения на значение большее 15% от номинальных значений система становится неустойчивой. Очевидно, что при несоответствии расчетных параметров двигателя реальным или, например, уменьшение сопротивлений в условиях пониженной температуры окружающей среды рассматриваемая модернизированная скалярная система управления становится неработоспособной.

Анализ показывает, что при увеличении активных сопротивлений статора и ротора значение электромеханического критерия J меняется в малых пределах. Тогда, для обеспечения устойчивости работы системы в условиях изменения активных сопротивлений рекомендуется рассчитывать законы экстремального управления, принимая значения активных сопротивлений статора и ротора меньше номинальных.

На рис. 2 показаны графики изменения электромеханического критерия и его производной, на рис. 8 показаны графики момента и тока при изменении сопротивлений. Закон экстремального управления рассчитан при значениях активных сопротивлений на 40% меньше номинальных.

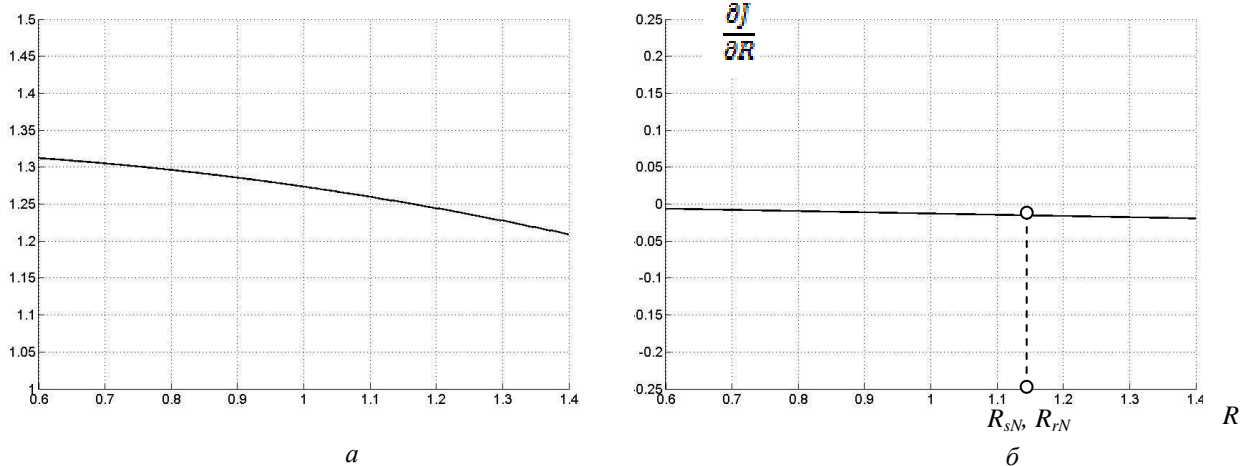


Рис. 7. Изменение электромеханического критерия (а) и его производной (б) для закона управления с учётом коррекции

Как видно из графиков, система управления становится работоспособной в диапазоне $\pm 40\%$ от номинального значения активных сопротивлений. На рис. 9 показано отношение электромеханического критерия при скорректированном экстремальном законе управления к электромеханическому критерию для закона, рассчитанного при номинальных параметрах (J_N).

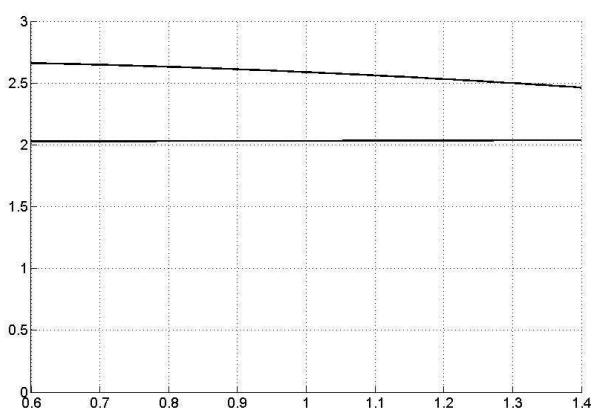


Рис. 8. Графики момента и тока для закона управления с учётом коррекции

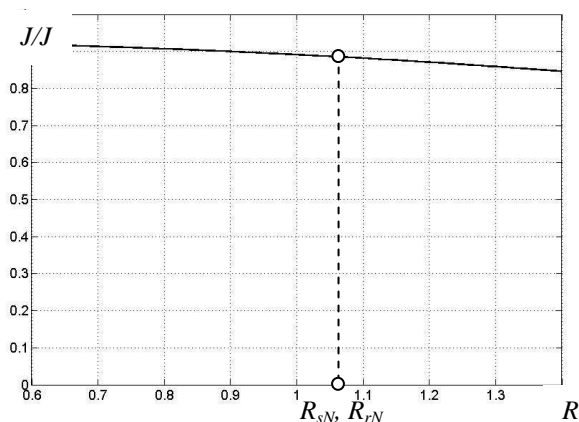


Рис. 9. Изменение J для закона управления с учётом коррекции в долях от J при номинальных параметрах

Из рис. 9 видно, что предлагаемая коррекция закона экстремального управления незначительно снижает электромеханический критерий J (в пределах $0,92...0,85$ от J_N), при этом сохраняется работоспособность системы при изменении активных сопротивлений. Заметим, что при традиционном законе управления ($U/f = \text{const}$) значение электромеханического критерия составит примерно $0,7$ от J_N .

Проведённые исследования показывают работоспособность предложенной системы в условиях вариации параметров. При этом энергетические показатели системы вполне удовлетворительны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков В.Н. Экстремальное управление электрическими двигателями: моногр. / В.Н. Поляков, Р.Т. Шрейнер; под общ. ред Р.Т. Шрейнера. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 420 с.
2. Таран А.А. Оптимизация стационарных режимов асинхронных электроприводов на базе преобразователей частоты с широтно-импульсной модуляцией: автореф. дис. канд. техн. наук/ А.А. Таран. Екатеринбург, 2006.
3. Шрейнер Р.Т., Костылев А.В., Шилин С.И., Хабаров А.И. Оптимизация асинхронного частотно-регулируемого электропривода со скалярной системой управления. Электротехника, 2012, № 9, С.25-30